

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

ТРЕТ КОНГРЕС

на

Геолозите на Република Македонија

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

**-КНИГА 1-**



**Уредници:**

Лепиткова, С. & Боев, Б.

*Струга, 2016*

## ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА ПОТРЕБНИТЕ КОЛИЧИНИ НА ПОДЗЕМНА ВОДА ЗА ВОДОСНАБДУВАЊЕ НА СЕЛО ОРЕЛ, ОПШТИНА СВЕТИ НИКОЛЕ

Орце Спасовски, Даниел Спасовски

*Факултет за природни и технички науки, Институт за геологија, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип,  
Република Македонија, orce.spasovski@ugd.edu.mk, sdaniel506@yahoo.com*

### Абстракт

Во рамките на овој труд ќе бидат прикажани резултатите од најновите хидрогеолошки истражувања за водоснабдување на с. Орел. Истражниот простор с. Орел е изграден од флишни седименти (песочници, глинци и алевролити) и вулкански бречи. Од хидрогеолошки аспект истражуваниот терен и пошироката околина претставува средина изградена од пукнатински тип на издани со слободно ниво и слаба до средна водопропусност. Застапените литолошки членови според литолошката градба имаат карактеристики на хидрогеолошки колектори и хидрогеолошки изолатори.

Врз основа на одредените параметри средината се карактеризира со коефициент на филтрација  $K = 6.984 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ , коефициент на водопропусност (трансмисивност)  $T = 2.263 \times 10^{-4}$  и радиус на депресија 97.48 m при издашност  $Q_{\text{exr}} = 1.80 \text{ l/s}$ , што укажува дека се работи за средина со средни до слаби филтрациони и водопропусни карактеристики.

**Клучни зборови:** с. Орел, водоснабдување, коефициент на филтрација, коефициент на водопропусност, радиус на депресија, флишни седименти, вулкански бречи, пукнатински тип на издани.

### ВОВЕД

Изведените истражно – експлоатациони бунари се наоѓаат во непосредна близина на с. Орел. Имено, истражно – експлоатациониот бунар ЕБ-1 се наоѓа јужно од с. Орел од десната страна на Орелска река, истражно – експлоатациониот бунар ЕБ-2 се наоѓа северно од с. Орел, додека истражно – експлоатациониот бунар ЕБ-3 се наоѓа југоисточно од с. Орел од левата страна на Орелска река.

Истражуваното подрачје во досегашниот период од хидрогеолошки аспект е сосема малку проучувано. Први поконкретни податоци за геолошката градба на ова подрачје се презентирани при изработката на ОГК за листот Велес (Карајовановиќ и др. 1975). Подоцна, Кратановски (1980) и Ѓузелковски (1997) во своите работи презентираат одредени хидрогеолошки податоци за пошироката околина на предметното подрачје. Подетално од хидрогеолошки аспект непосредната околина на овој простор е проучувана од страна на Петров и др. (2008). Најнови податоци за хидрогеолошките карактеристики на предметното подрачје

можат да се најдат во работите на Георгиевски и др. (2015).

Изведбата на експлоатационите бунари е со цел да се обезбедат доволни количини на подземна вода за водоснабдување на с. Орел - Општина Свети Николе.

За таа цел изведени се теренски активности и тоа изведба на три експлоатациони бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3, вградување на бунарска конструкција и чистење на бунарите, аерлифт и тестирање на бунарите.

### ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Врз база на истражното дупчење, дефинирана е геолошката градба на теренот. Геолошката градба кај експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-3 е претставена од флишни седименти: песочници, глинци и алевролити (<sup>3</sup>Ез), додека кај експлоатациониот бунар ЕБ-2 геолошката градба е претставена со вулкански бречи (ω) (слик 1).

*Вулкански бречи (ω')*

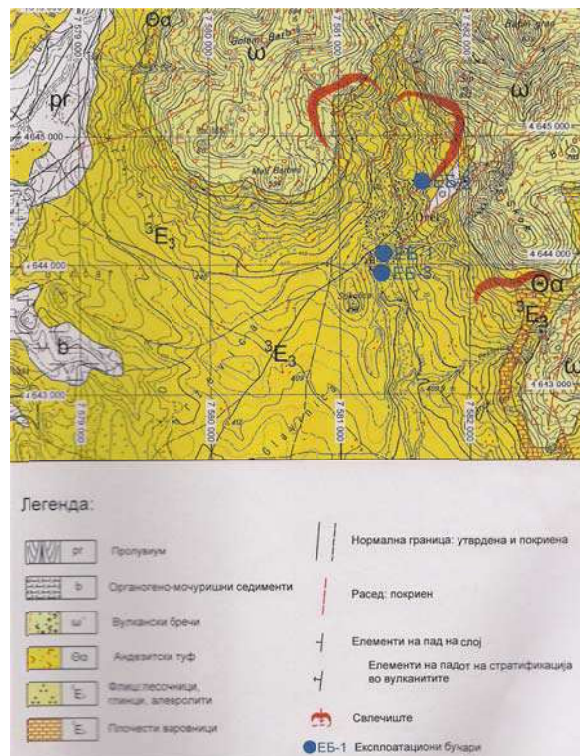
Геолошката градба кај експлоатациониот бунар ЕБ-2 е претставена со вулкански

## Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

бречи. Вулканските бречи се составени од необработени парчиња на андезити, расфрлани во основната маса составени од вулкански пепел и искршени зрна од разни минерали.

*Флишни седименти: Песочници, глинци и алевролити (<sup>3</sup>Ез)*

Геолошката градба кај експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-3 а и пошироката околина е претставена со флишни седименти (сл. 1). Во состав на флишните седименти учествуваат следните литолошки членови: песочници, конгломерати, глинци, алевролити, лапорци и поретко лапоровити варовници. Овие седименти се карактеризираат со исклучиво сива до зеленикава боја (глинци). Песочниците се состојат од кварц и лискун, помалку фелдспат, потоа парчиња од кварцити, рожнаци, песокливи глинци и шкрилци. Најчесто се плочести или банковити, по боја се сиви. Глинците се песокливи и најмногу се застапени во склоп на флишните седименти. Се јавуваат во вид на пакети или во слоеви помеѓу песочниците. На површина лесно се распаѓаат во вид на лушпи. По боја се сиви, сиво модрикасти или сиво зелени. Изградени се од глиновита материја од илитски тип на глина и кварц, фелдспат, мусковит и др. Конгломератите се јавуваат во поголеми слоеви или пакети вметнати помеѓу останатите флишни седименти. Во составот на конгломератите влегуваат валутоци од варовници, рожнаци, песочници, шкрилци, поретко мермери и кварцити. Алевролитите се глиновити или вапновити во зависност од врстата на цементот. Се состојат од кварц, лискун (мусковит и серицит) и фелдспат. Присутната глина одговара на групата од хидролискуни. Во серијата се застапени глиновити алевролити, додека вапновити се ретки. Лапорците се доста честа фракција во склоп на флишните седименти. Се јавуваат со калакарени, алевролит и лапоровити варовници. По боја се сиви. Структурата им е криптокристалеста.



Слика 1. Геолошка карта на истражуваното подрачје

### ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

На основа на геолошката градба на теренот како и изработката на експлоатационите бунари одредени се хидрогеолошките карактеристики на истражуваниот терен. Истражуваниот терен и пошироката околина воопшто претставува средина изградена од пукнатински тип на издани со слободно ниво и слаба до средна водопропустност, Пукнатинскиот тип на издани е формиран главно во распаднатите песочници и распаднати вулкански бречи. (слика 2).

Во склоп на теренот, застапени се литолошки членови, кои според литолошката градба имаат карактеристики на хидрогеолошки колектори и хидрогеолошки изолатори. Нивната хидрогеолошка функција е во директна зависност од литологијата на теренот по вертикала и хоризонтала.

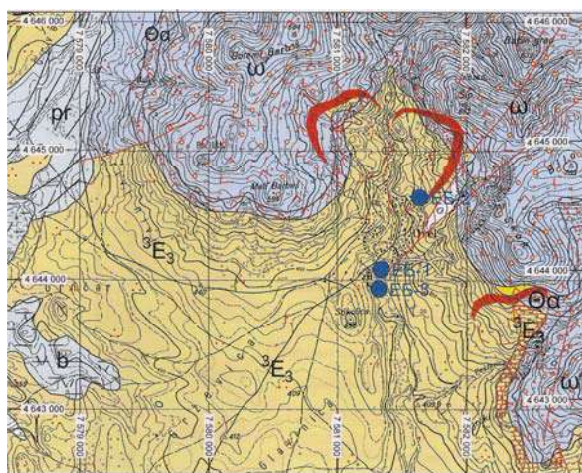
Според хидрогеолошката функција, литолошките единици кои се јавуваат на истражуваниот терен и околниот терен претставуваат слабо водопрпусни до водонепрпусни карпести маси. Слабо



водопропусни карпести маси се: распаднатите песочници и распаднатите вулкански бречи. Додека пак лапорците, глинците и алевролитите спаѓаат во групата на хидрогеолошки изолатори.

## ХИДРОГЕОЛОШКИ ПАРАМЕТРИ

Хидрогеолошките карактеристики на застапениот тип на издани и неговата хидрогеолошка функција како и претпоставениот правец и брзина на движење на подземни води, претставуваат основа за дефинирање на динамиката на подземните води за определен простор.



ВИД НА КАРТА		ЛИТОЛОШКИ СОСТАВ И СТРАТИГРАФСКА ПРИПАДНОСТ		ХИДРОГЕОЛОШКИ СВОЈСТВА	
		Име и опис	Стратиграфска припадност	Литолошка ознака	Опис
Водопротусни пропусни водни слојеви	Квартер	Органогено-мочуришни седименти	b		Добра
		Пролувиум	Pr		Средна
	Неоген	Вулкански бречи	ω		Добра
		Андезитски туф	Θα		Средна
Водни пропусни слојеви	Палеоген	Горна зона на флишот - глини и песочници	π <sub>3</sub>		Слаба
		Плочести варовници	π <sub>2</sub>		Слаба

Слика 2. Хидрогеолошка карта на истражуваното подрачје

Имено, истражуваниот терен претставува средина во чии рамки е развиен пукнатински тип на издани со слободно ниво на подземна вода и за кој важат законите за нестационарно движење на подземните води.

Со цел дефинирање на прогнозниот експлоатационен капацитет и определување на хидродинамичките и хидрогеолошките параметри на средината, т.е. истражуваниот простор изведени се три

експлоатациони бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3 и извршен е опит на пробно црпење, односно тестирање на експлоатационите бунари.

Пред отпочнувањето на процесот на тестирање на експлоатационите бунари беше извршено пробно црпење на бунарите со цел утврдување на капацитетите на издашност ( $Q_1$  и  $Q_2$ ) кои би биле референтни точки во процесот на тестирањето на експлоатационите бунари.

Опитите на тестирање на експлоатационите бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3 е изведен со *т.н. степ тест* со две хидродинамички (референтни) нивоа на снижување на подземна вода со времетраење од 12 часа по едно хидродинамичко ниво односно капацитет, или вкупно 24 часа за целиот опит на тестирање за еден бунар, а со континуирано следење на функционалната зависност [Издашност -  $Q$ , Снижување -  $S$ , време -  $t$  или  $Q=f(t)$ ,  $S=f(t)$ ,  $Q=f(S)$ ].

Тестирањето на експлоатационите бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3 се изведуваше со длабинска потопна пумпа *Calpeba* од италијанско производство.

Резултатите од тестирањето на експлоатационите бунари се дадени во табела 1.

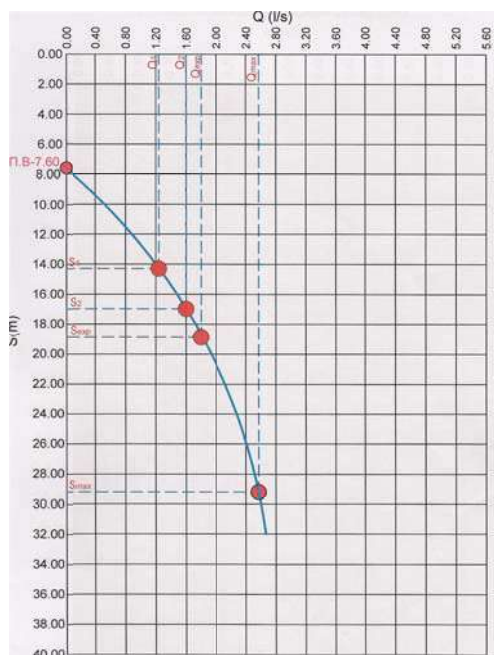
Табела 1. Резултати од тестирање на експлоатационите бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3

Ознака на бунар	НПВ (m)	Q (l/s)	НПВ дин (m)	S (m)	Q (l/s/m)	T (h)
ЕБ-1	4.70	0.015	15.89	11.19	0.00130	12
		0.029	34.00	29.30	0.00099	12
ЕБ-2	7.60	1.24	14.30	6.70	0.185	12
		1.60	16.97	9.37	0.171	12
ЕБ-3	16.15	0.004	25.13	8.98	0.000445	12
		0.006	32.60	16.45	0.000374	12
		0.015				

При тестирањето на експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-3 констатирано е дека поради слабата издашност се препорачува да не се експлоатираат. На основа претходно опишаните параметри и резултатите од тестирање на експлоатациониот бунар ЕБ-2, констатирано е дека  $O_{exp} = 1.80$  l/s.

Анализирајќи ги резултатите добиени од тестирањето на ЕБ-2 и изведената графоаналитичка пресметка и конструирани графикони од дијаграмите на зависноста на издашноста во функција од

снижувањето  $Q = f(s)$  и истата има криволиниски облик (слика 3), може да констатираме дека се работи за пукнатински тип на издани со слободно ниво на подземна вода. Како потврден доказ за оваа констатација ни укажува и дијаграмот на специфичната издашност во зависност од снижувањето  $q = \Gamma(s)$  кој исто така има криволиниски, облик (слика 4), т.е. со поголем капацитет на црпење се добива помала вредност на специфичната издашност.



Слика 3. Дијаграм на зависноста на издашноста во зависност од снижувањето за експлоатационен бунар ЕБ-2

Подетален приказ за динамичките нивоа на експлоатационите бунари, даден е во табелата 2.

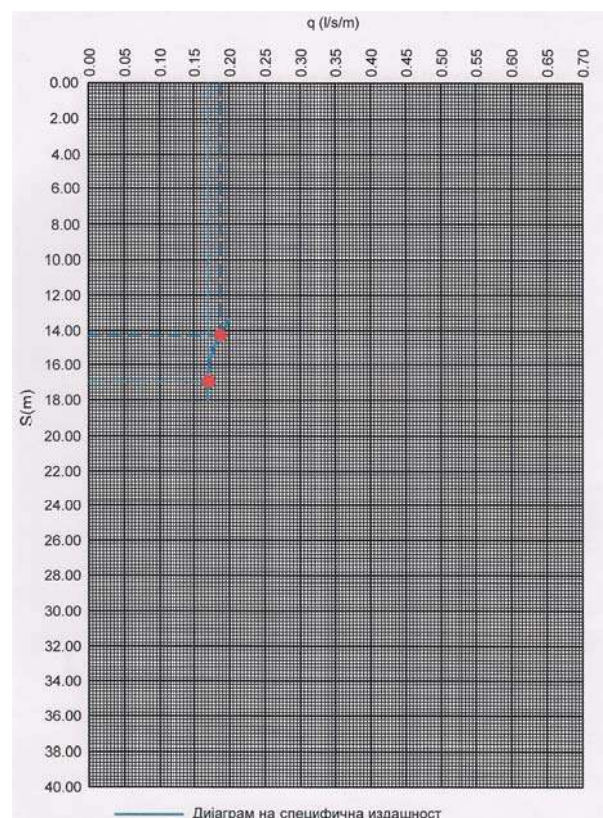
Табела 2. Максимално дозволено снижување во експлоатационите бунари

Бунар	Длабина (m)	НПВ (m)	H (m)	2/3H + НПВ (m)
ЕБ-1	40.00	4.70	35.30	28.23
ЕБ-2	40.00	7.60	32.40	29.20
ЕБ-3	40.00	16.15	23.85	32.05

### ЕКСПЛОАТАЦИОНЕН И МАКСИМАЛЕН КАПАЦИТЕТ НА БУНАРИТЕ

Анализирајќи ги резултатите добиени од тестирањата и изведените графоаналитички пресметки и конструираниите графикони - дијаграми на зависноста на издашноста во

функција од снижувањето  $Q = f(s)$ , кои имаат криволиниски облик (слика 3), може да констатираме дека се работи за пукнатински тип на издани со слободно ниво на подземна вода. Како потврден доказ за оваа констатација ни укажуваат и дијаграмите на специфичната издашност во зависност од снижувањето  $q = f(s)$  кои исто така имаат криволиниски облик (слика 4), со поголем капацитет на црпење се добива помала вредност на специфичната издашност.



Слика 4. Дијаграм на специфичната издашност за експлоатационен бунар ЕБ-2

Имајќи ги во предвид хидрогеолошките карактеристики на теренот, длабината и конструкцијата на бунарите, како и параметрите добиени од тестирањето на бунарите може да го заклучиме следното: Бидејќи се работи за пукнатински тип на издани со слободно ниво и дозволеното максимално оборување на нивото на подземна вода за ваков тип на издани изнесува  $S_{max} = 2/3 H + \text{НПВ}$ , каде H е висина на водениот столб во бунарите и во овој случај за бунарот ЕБ-1 изнесува  $H = 35.30$  m, за бунарот ЕБ-2 изнесува

## Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

$H=32,40$  m и за бунарот ЕБ-3 изнесува  $H=23,85$  m за нивна непречена експлоатација во смисла на спречување на несакани последици како суфозија - пескареење и крајно дури и оштетување на бунарската конструкција, како и нивно непречено работење и во услови на сушен период -хидролошки минимум пренесено на дијаграмот  $Qf(s)$  (табела 3) произлегува дека за ЕБ-1  $S_{max}=28,23$  m со експлоатационо ниво  $S_{exp}=19,08$  m, за ЕБ-2  $S_{max}=29,20$  m со експлоатационо ниво  $S_{exp}=18,87$  m и за ЕБ-3  $S_{max}=32,05$  m со експлоатационо ниво  $S_{exp}=26,88$  m.

**Табела 3.** Хидрогеолошки параметри за експлоатационите бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3

Хидрогеолошки параметри	ЕБ-1	ЕБ-2	ЕБ-3
Длабина на бунарот	40.00 m	40.00 m	40.00 m

### ЗАКЛУЧОК

Од геолошки аспект, теренот е изграден од еоценски флишни седименти (песочници, конгломерати, глинци, лапорци и вулкански бречи.

Од хидрогеолошки аспект, врз основа на геолошката градба на теренот и резултатите добиени со тестирањето на експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-3 во истражуваниот дел по длабочина, застапени се еоценски флишни седименти со пукнатинска порозност во кои е формиран пукнатински тип на издани со слободно ниво и слаба водопропустност. Експлоатациониот бунар ЕБ-2 врз основа на геолошката градба на теренот изграден е од вулкански бречи.

Врз основа на добиените резултати од тестирањата на бунарите, извршени се графоаналитички пресметки на истите со

Ниво на подземни води НПВ	4.70 m	7.60 m	16.15 m
Висина на воден столб Н	35.30 m	32.40 m	23.85 m
Максимален ( $Q_{max}$ ) капацитет (максимална издашност)	0.026 l/s	2.57 l/s	0,00651 l/s
Експлоатационен ( $Q_{exp}$ ) капацитет (експлоатациона издашност)	0.018 l/s	1.80 l/s	0.00456 l/s
Максимално ( $S_{max}$ ) дозволено снижување	28.23 m	29.20 m	32.05 m
Експлоатационо ( $S_{exp}$ ) снижување	19.08 m	18.87 m	26.88 m

Поради слабата издашност кај експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-3 се препорачува овие бунари да не се експлоатираат.

што се одредени хидрогеолошките параметри на застапените издани, како и експлоатационите капацитети кои изнесуваат  $Q_{exp} = 0.018$  l/s за ЕБ-1,  $Q_{exp} = 1.80$  l/s за ЕБ-2 и  $Q_{exp} = 0.00456$  l/s за ЕБ-3. Во текот на експлоатацијата потребно е да се врши повремена контрола на основните хидродинамички параметри на бунарот ЕБ-2 како: капацитет, снижувањето на нивото во експлоатациониот бунар, кое треба да биде во рамките на оптималното, потоа сезонско контролирање на квалитетот на подземните води, како и бистрината на истата.

Согласно добиените параметри за максимална и експлоатациона издашност се препорачува бунарите ЕБ-1 и ЕБ-3 да не се експлоатираат, додека бунарот ЕБ-2 да се експлоатира, со  $Q_{exp}=1.80$  l/s.

### ЛИТЕРАТУРА

- Георгиевски, С и др.(2015): Извештај за изведба на три експлоатациони бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3 за водоснабдување на с. Орел - Општина Свети Николе. Стр. фонд на Општина Свети Николе.
- Георгиевски, С и др.(2015): Извештај за изведба на два експлоатациони бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3 за водоснабдување на с. Крушица - Општина Свети Николе. Стр. фонд на Општина Свети Николе.

- Ѓузелковски, Д., (1997): Подземните води (издан) за решавање на водоснабдување на Република Македонија и нивна заштита. Институт – Геохидропроект Скопје.

- Карајовановиќ, Хаџи - Митрова (1975): Толкувач за ОГК 1:100 000, лист Велес. СГЗ Белград.

**Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија**  
**Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia**

Карајовановиќ, Хаџи - Митрова (1975): Карта за ОГК 1:100 000, лист Велес. СГЗ Белград.

Кратановски, В., 1980: Извештај за издупчениот експлоатационен бунар ЕБ-3 за водоснабдување на “Кланица и ладилник” – Овче Поле. Геолошки завод Скопје, ООЗТ Институт за геотехника и хидрогеологија. Стр. 20.

Кратановски, В., 1980: Извештај за издупчениот експлоатационен бунар ЕБ-

4 за водоснабдување на “Кланица и ладилник” – Овче Поле. Геолошки завод Скопје, ООЗТ Институт за геотехника и хидрогеологија. Стр. 20.

Петров, Д., и др. (2008): Проект за детални хидрогеолошки истражувања на локалитетот Дивјак за водоснабдување на градот Свети Николе. Стручен фонд на Геохидроинженеринг – М Скопје.